

ANTENAS DE RANURAS EN LÍNEA BIPLACA SIN DIELECTRICO

Á. Álvarez Fernández, M. Vera Isasa

Departamento. de Teoría de la Señal y
Comunicaciones
Universidad de Vigo
aalvarez@grp.tsc.uvigo.es

M. Sierra Castañer, M. Sierra Pérez

Departamento. de Señales, Sistemas y
Radiocomunicaciones
Universidad Politécnica de Madrid
manol@qr.ssr.upm.es

ABSTRACT

Linearly polarized parallel-plate slot antennas are presented in this paper. A rectangular slot array in the upper side of a parallel plate wave-guide forms the main antenna structure. In previous works, the authors have presented designs with a dielectric inside the plates in order to avoid grating lobes. The main goal of the work presented here is getting a low cost broadside antenna that does not need a dielectric material inside the parallel plate to solve the grating lobes problem.

1. INTRODUCCIÓN

Desde que se comenzaron a utilizar las microondas se han empleado antenas de ranuras, siendo las estructuras más frecuentes y por tanto también las más analizadas, las de guía-onda rectangular soportando el modo fundamental. Sin embargo, las estructuras más adecuadas para aplicaciones de ganancia media/alta son las de guía biplaca, bien radial [1, 2] o bien rectangular [3 - 6].

En este artículo se presenta un estudio de las antenas planas ranuradas sobre guía biplaca rectangular. Se analiza la estructura, el método de análisis y la posibilidad de conseguir diversas configuraciones (doble haz, doble polarización) de prestaciones interesantes y de precio reducido, o sea sin dieléctrico que rellene las placas paralelas.

2. ESTRUCTURA DE LA ANTENA

La estructura básica consiste en dos placas metálicas paralelas, la superior que soporta las ranuras y el plano de masa que sirve de soporte a la alimentación. Además la separación entre ellas ha de ser menor que $\lambda_g/2$ para que sólo se propague el modo TEM fundamental. Como se puede observar en la figura 1, las ranuras se ubican en columnas paralelas con el fin de que la polarización sea lineal. Además son paralelas a la alimentación, que se elige como una estructura impresa donde los elementos excitadores son parches microtira, con igual amplitud y fase, para lograr una onda plana progresiva que produce un campo eléctrico dado por:

$$\vec{E}_{in} = \hat{z} E_0 e^{-jk_g x} \quad (1)$$

donde \hat{z} es perpendicular al plano del papel, E_0 es la amplitud del campo eléctrico en $x=0$ y $k_g = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$ con μ y ϵ permeabilidad y permitividad del dieléctrico que rellena la guía.

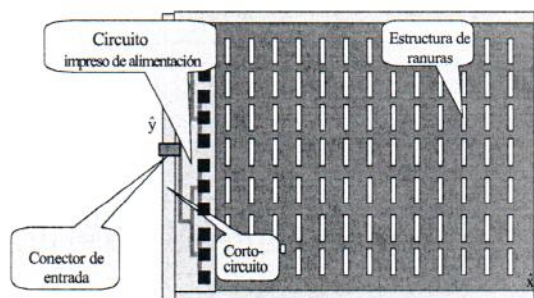


Figura 1. Esquema de la estructura de la antena.

3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño de una antena plana de ranuras se puede encarar aplicando por un lado la teoría de agrupamientos y por otro, teniendo en cuenta que para conseguir el campo adecuado en la apertura de las ranuras se dispone de una serie de parámetros de diseño, que hacen que dicho campo varíe tanto en amplitud como en fase siguiendo la ecuación (2)

$$\sin(\alpha) F(l) e^{-jk_g x} \quad (2)$$

donde α es el ángulo de inclinación de la ranura con respecto a la normal al plano del alimentador y $F(l)$ es una función que depende de su longitud, y que es máxima para un valor de l próximo a media longitud de onda en la guía (longitud de resonancia de la ranura).

Para obtener un haz que forme un ángulo θ_0 con la perpendicular al plano de la antena es necesario que las columnas de ranuras estén separadas una distancia

$$d = \frac{\lambda_0}{|\sin \theta_0 - \sqrt{\epsilon_r}|} \quad (3)$$

con ϵ_r permitividad relativa del dieléctrico que rellena las placas. De tal manera, para conseguir máxima radiación en la dirección perpendicular ($\theta_0=0$) las ranuras han de radiar en fase, o lo que es lo mismo según la teoría de agrupamientos, deben estar separadas una longitud de onda en la guía; lo cual supone la aparición de lóbulos de difracción inaceptables si ésta no está rellena de ningún dieléctrico.

Una solución a este problema consiste en intercalar columnas de ranuras entre las situadas a una longitud de onda y ajustar la fase mediante $F(l)$ de acuerdo con la expresión

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2 = k_0 x \quad (4)$$

donde $\Delta\phi$ es la diferencia de fase entre dos ranuras siguiendo el eje x .

La mejora que teóricamente se puede lograr en el nivel de radiación de los lóbulos de difracción en función de la distancia eléctrica entre cada par de ranuras, d/λ_0 , se muestra en la figura 2.

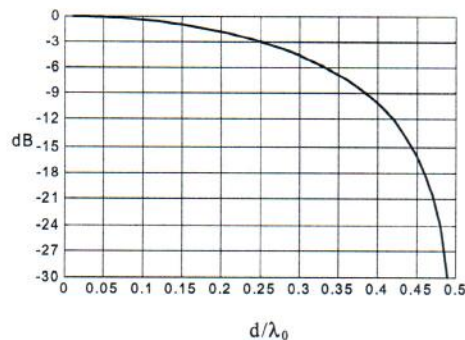


Figura 2. Mejora en el nivel de los lóbulos de difracción.

Para analizar las características de la antena se ha empleado el método de análisis rápido propuesto en [1] para guía radial, que se ha adaptado a la geometría rectangular propuesta [4]. Consiste en modelar los distintos elementos, bien de alimentación o bien radiantes, como puertas caracterizadas por una tensión y una corriente. De este modo, calculando únicamente los acoplamientos entre pares de puertas, lo cual es relativamente sencillo, se puede definir un multipolo equivalente que permite estudiar el comportamiento de la antena de forma notablemente simplificada.

4. RESULTADOS

En la figura 3 se muestra un diseño obtenido usando el método descrito en la sección 3. La alimentación se realiza desde dos lados ortogonales de la línea biplaca, uno para cada polarización.

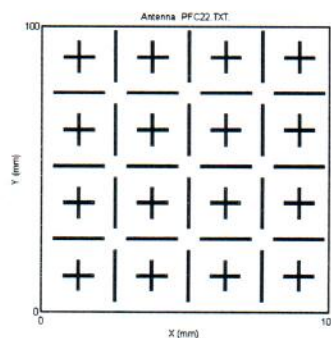


Figura 3. Diseño sin dieléctrico

En la figura 4 se refleja el diagrama de radiación de una de las dos polarizaciones, (el de la otra es similar). Los resultados son satisfactorios en cuanto a aislamiento de polarización y reducción de los lóbulos de difracción, el problema de esta solución radica en la pobre eficiencia que se consigue fruto de la necesidad de colocar ranuras de longitudes muy diferentes de la de resonancia.

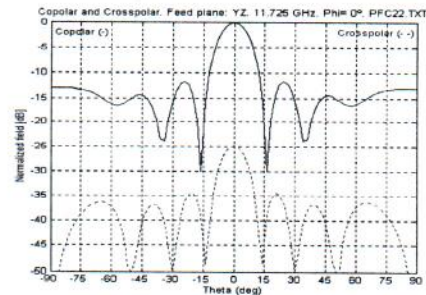


Figura 4. Diagrama de radiación

5. CONCLUSIONES

Se ha presentado un método de diseño de antenas ranuradas sobre línea biplaca polarizadas linealmente. Es posible realizar diversas configuraciones, como haz orientado, doble haz o doble polarización, sin necesidad de emplear dieléctrico entre las placas. Esto permite obtener antenas de bajo coste de fabricación con buenas prestaciones para aplicaciones de alta frecuencia y ganancia media.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado mediante fondos FEDER-CICYT-TELEVÉS S.A. a través del proyecto de investigación: "Diseño de antenas ranuradas multisatélite para recepción de televisión digital" (1FD97-0276-C02-02).

7. REFERENCIAS

- [1] Vera M., "Diseño de Antenas de Ranuras sobre Guía Radial", Tesis Doctoral, Universidad de Vigo, 1996.
- [2] Sierra Castañer M., "Contribución a las Técnicas de Diseño y Análisis de Antenas de Ranuras sobre Placas Paralelas", Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2000.
- [3] Izquierdo J., Sierra M., Sierra Castañer M., Vera M., Moreno O., "Desarrollo de una Antena Plana de Doble Haz para Televisión Digital por Satélite", Simposium Nacional URSI, Zaragoza, 2000.
- [4] Álvarez Á., "Diseño de Antenas Planas Ranuradas de Doble Haz y Polarización Lineal", Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación de Vigo, 2001.
- [5] Sierra Castañer M., Sierra M., Fernández J.L., Vera M., Moreno O., "Dual Beam Parallel Plate Slot Antenna", AP-2000, Davos, Suiza, abril 2000.
- [6] Vera M., Álvarez Á., Sierra Castañer M., Sierra M., "Broadside Parallel-Plate Slot Antenna without Dielectric", I. Symposium URSI 2001, Boston, EEUU, julio 2001.